

Dierk Jensen, Hamburg

Revolution im Fermenter?

Mikroben aus Wasserstoff und Kohlendioxid sollen speicherbares Methan erzeugen

Die Idee ist nicht neu, aber beflügelt die Fantasie: mithilfe von Mikroben aus Wasserstoff und Kohlendioxid speicherbares Methan (Erdgas) zu erzeugen.

Nur wenige werden etwas von Paul Sabatier gehört haben. Dabei erhielt der französische Chemiker im Jahre 1912 sogar den Nobelpreis. Zudem entwickelte er ein Methan-Gewinnungsverfahren, das seinen Namen („Sabatier-Prozess“) trägt und heute aktueller denn je ist, handelt es sich doch um einen Prozess, bei dem aus Kohlendioxid und Wasserstoff am Ende Methan entsteht. Allerdings interessierte sich damals am Vorabend des Ersten Weltkrieges und zu Beginn des Erdölzeitalters keiner so recht dafür. Für die damals aufstrebende Chemieindustrie und die Energiewirtschaft war dieses Verfahren

zu teuer, zu aufwendig und kaum wettbewerbsfähig gegenüber Erdöl und Steinkohle – fossile Rohstoffe, die man leicht fördern, verheizen und verarbeiten konnte.

Hundert Jahre später sieht schon alles ganz anders aus: Die steigenden CO₂-Emissionen verändern das Klima spürbar, gefährden immer mehr den Wohlstand der Menschheit. Zwar erleben erneuerbare Energien Konjunktur, doch bleibt noch vieles für eine nachhaltige Energieversorgung der Zukunft ungeklärt. Vor allem die Speicherung der volatilen grünen Energien ist eine der drängendsten Frage. Händeringend suchen Forscher und Energieexperten nach Lösungen. Und siehe da, Firmen wie die Etogas GmbH greifen plötzlich auf die Erkenntnisse von Sabatier zurück. Unter dem Titel „Power-to-

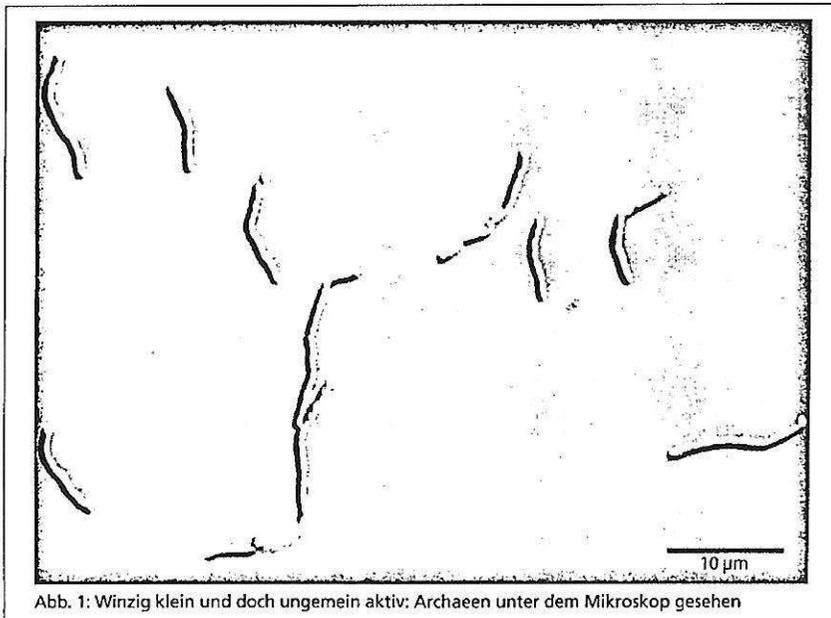


Abb. 1: Winzig klein und doch ungemein aktiv: Archaeen unter dem Mikroskop gesehen

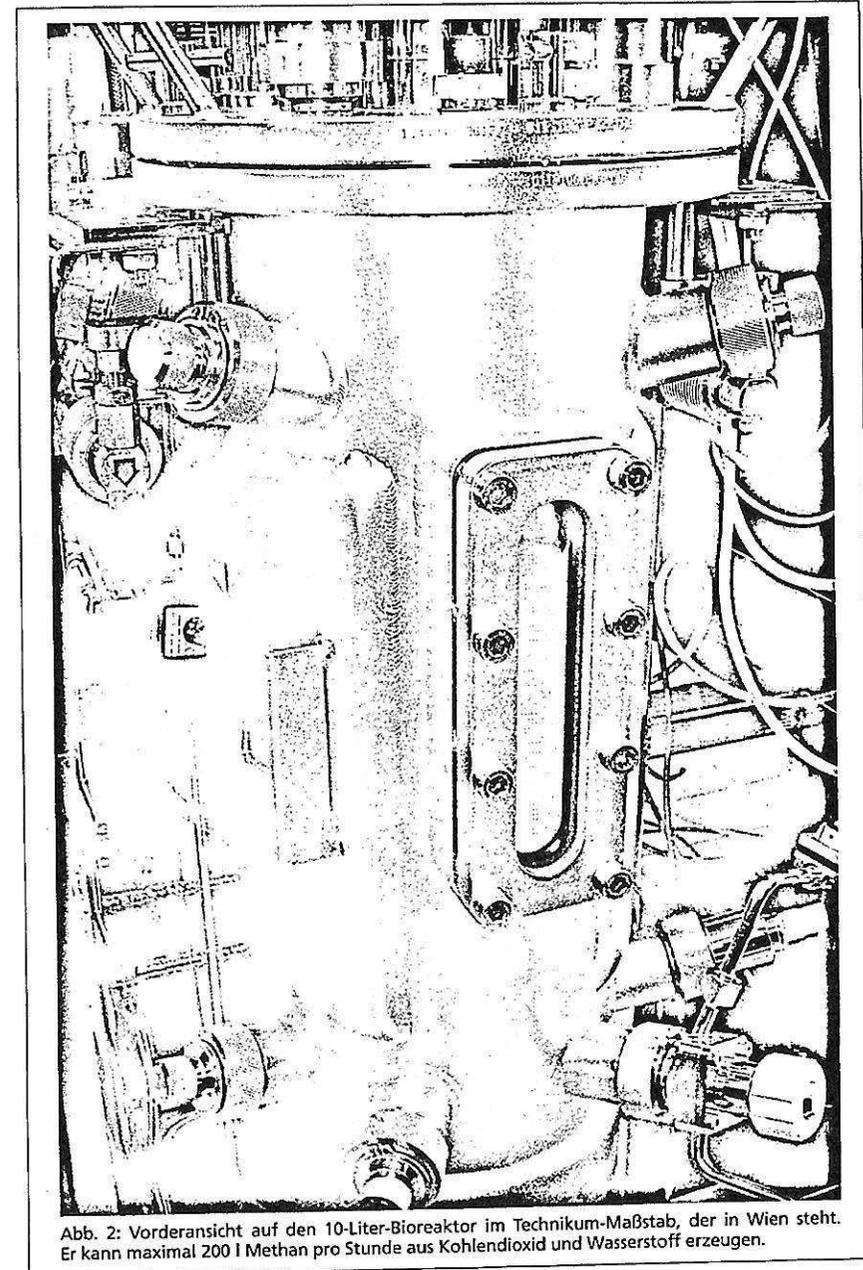


Abb. 2: Vorderansicht auf den 10-Liter-Bioreaktor im Technikum-Maßstab, der in Wien steht. Er kann maximal 200 l Methan pro Stunde aus Kohlendioxid und Wasserstoff erzeugen.

Gas“ will man aus grünem überschüssigen Strom Methan (Erdgas) herstellen.

Das möchte auch der Österreicher Alexander Krajete. Er ist zwar Chemiker, bedient sich aber der Biologie, um aus Wasserstoff (mittels Elektrolyse aus Wasser hergestellt) und Kohlendioxid schließlich Erdgas zu gewinnen. Krajete greift auf Archäen zurück. Das

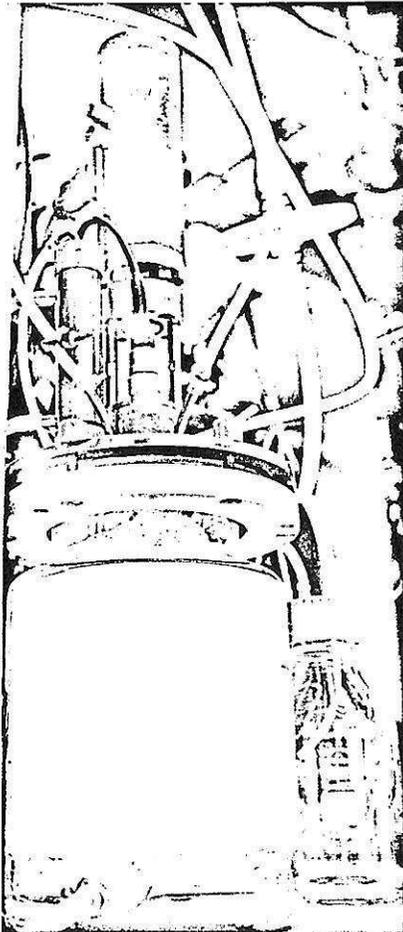


Abb. 3: Vorderansicht des Bioreaktors im Labormaßstab. Die braune Suspension im durchsichtigen Behälter besteht aus Archäen (Mikroben) in wässriger Lösung. Der Minireaktor produziert 20 l Methan in der Stunde aus CO₂ und H₂.
alle Fotos: Krajete

sind Urmikroben, die als einzige Lebewesen überhaupt aus CO₂ und H₂ das begehrte brennbare und speicherbare Methan (Erdgas) bilden können.

Krajetes Verfahren klingt im ersten Augenblick nach fremdem Zauber, nach Tiefsee und neuen Welten, doch ist der Ansatz bei näherer Betrachtung relativ profan. Denn genau diese Urmikroben sind auch diejenigen Lebewesen, die im Magen einer Kuh oder in den Fermentern von Biogasanlagen aus vergorenem Substrat Methan erzeugen. Der einzige Unterschied besteht darin, dass sie den Kohlenstoff aus der Biomasse holen, während die in Linz ansässige Krajete GmbH Archäen nur mit Gasen füttert – entweder mit einem Gemisch aus Kohlendioxid und Wasserstoff oder mit Biogas und Wasserstoff. Bei Letzterem wird der Kohlendioxidanteil im Biogas von den Archäen mit extra zugeführtem Wasserstoff umgeformt. Der Chemiker erklärt, dass sein Reaktor lediglich Wasser enthalte, ohne große Drücke auskomme und überdies nur moderate Temperaturen von 50 bis maximal 100 °C erforderlich seien. Man veredele mit dem Verfahren das Biogas direkt zu Erdgas und erhöhe den Wirkungsgrad der Biogasanlagen auf ungefähr 81%.

„Wenn das tatsächlich so klappen würde, dann steht die Biogasbranche vor einer Revolution“, konstatiert Sven Pyka, Geschäftsführer der Enertrag Agrar GmbH. Diese betreibt im brandenburgischen Dauerthal ein Hybridkraftwerk, das aus Windstrom Wasserstoff herstellt. In Zukunft werde dieser auch in das öffentliche Gasnetz eingespeist, was bis zu 2% technisch möglich ist. In der unmittelbaren Nachbarschaft des Hybridkraftwerkes steht eine Biogasanlage, die derzeit Wärme für den Elektrolyse-Prozess bereitstellt. „Wenn wir das Biogas mithilfe des Wasserstoffes tatsächlich zu Erdgasqualität aufbereiten könnten, wieso nicht?“, zeigt sich Pyka grundsätzlich offen für den neuen Technologieansatz. Allerdings behagt dem Geschäftsführer die Umwandlung des „wertvollen Wasserstoffes“ in Methan nicht ganz: „Ich will doch lieber direkt etwas mit dem Wasserstoff anstellen.“

Kein Zweifel, Krajete muss noch viel Überzeugungsarbeit leisten. Seit 2007 trägt er seine womöglich bahnbrechende Idee mit sich herum, hält dazu Vorträge auf allen möglichen Kongressen. Vier Patente hat er

inzwischen angemeldet. Wenngleich noch keine praxistauglichen Anlagen stehen, gibt er sich zuversichtlich. „Unsere Absicht ist doch ganz klar“, sagt der 39-jährige. „Wir wollen unsere Anlagen in Serie fertigen.“ Gespeist wird sein Optimismus durch den steigenden Druck, dem sich die Energieversorger bei stetig steigendem Anteil erneuerbarer Energien ausgesetzt wissen. So seien ein deutscher Energieversorger und ein deutscher Anlagenbauer (Namen möchte Krajete nicht nennen) am baldigen Bau einer Demonstrationsanlage interessiert, Gespräche und Verhandlungen laufen. Wann und wo sie gebaut wird, bleibt allerdings sein Geheimnis. Dafür verweist er auf eine Studie des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW), die in Kürze veröffentlicht werden soll und detailliert über die ökonomischen Aspekte seiner Anlagen und seines Verfahrens Aufschluss geben wird.

Aber zurück zu den Urmikroben, die nach Krajetes Vorstellungen im großen Maßstab Methan erzeugen sollen, das je nach Bedarf als Kraftstoff, Speichermedium oder Brennstoff verwendet werden kann. „Das ist keine neue Idee“, wirft Prof. Andreas Schramm vom Zentrum für Mikrobiologie und Geomikrobiologie an der Universität Aarhus ein. Der Mikrobiologe kann sich durchaus vorstellen, dass Archäen in geschlossenen Reaktoren in großem Stil ihre Arbeit verrichten. „Diese Mikroben haben eine Geschichte von mehr als drei Milliarden Jahren hinter sich, die sind extrem anpassungsfähig“, zollt Schramm den winzigen Erdenbewohnern

hohen Respekt. So können sie noch bei Temperaturen von -4 °C leben, aber auch bei Gluthitze von mehreren hundert Grad Celsius existieren. Sie überleben ebenso in äußerst saurem Milieu. Allerdings ist Sauerstoff das Todesurteil für die Urmikroben. „Invasiv werden die Lebewesen also bestimmt nicht, denn überall, wo Sauerstoff ist, können sie sich nicht ausbreiten.“

Allerdings gibt Schramm zu bedenken, dass die Lebewesen nicht nur CO₂ und H₂ benötigen, sondern eben auch Stickstoff, Phosphor und andere Nährstoffe. „Ob am Ende der Aufwand den gewünschten Erfolg bringt, wage ich zu bezweifeln“, wendet der Wissenschaftler ein. „Entscheidend wird aber wohl sein, zu welchem Preis der Wasserstoff bereitgestellt werden kann.“

Damit trifft der marine Biologe wohl den Nerv. Dies muss auch der Chemiker Krajete einräumen. Denn bisher sind alle Realisierungsprojekte am Faktor Stromkosten für die Wasserstoffproduktion gescheitert. Sicher ist nur, wenn sein Verfahren auch für Biogasanlagen in der Größenordnung von 50 kW bis einem Megawatt wirtschaftlich und technisch darstellbar sein wird, dann würde die dezentrale Idee der derzeit arg in das Kreuzfeuer geratenen Biogasbranche einen enormen Schub erhalten. Obgleich die Praxistauglichkeit sicherlich noch Zeit braucht, beflügelt allein schon der Gedanke daran. Und das ist angesichts der energiepolitischen Unentschiedenheits-Ode aus Berlin schon viel.

Konkrete Zahlen zur Wirtschaftlichkeit liegen noch nicht auf dem Tisch. Erst eine in nächster Zeit zu erwartende Studie soll darüber detailliert Auskunft geben: Sie beziffert, was der Bau einer Anlage nach Krajete in der Größenordnung von einem bis 100 Megawatt Leistung tatsächlich kostet. Und wie viele Kosten und zeitlichen Aufwand der Betrieb eines solchen Reaktors überhaupt erfordert. Unabhängig davon hält die Meeresbiologin Tina Treude, Professorin an der Christian-Albrecht-Universität in Kiel, den Versand und den Einsatz von Archäen heute schon für praktikabel. „In vielen Forschungslabors werden verschiedene Stämme gehalten. Reinkulturen können ohne großen Aufwand gefriergetrocknet versandt werden“, sagt Treude. Außerdem sei aus ihrer Sicht deren kontrolliertes Wachstum im Reaktor möglich, insofern betrachtet sie den Ansatz als „sehr spannend“.

Vordenker Krajete geht davon aus, dass dem Biogas zwei Wasserstoffteile beigemischt werden müssen, damit aus dem Kohlendioxid weiteres Methan entstehen kann. Während dieses Prozesses wachsen die Archäen. Rund 3% des zugeführten Kohlenstoffes lagern die Lebewesen ein. Doch ist diese Biomasse nicht nutzlos, sie kann als Dünger oder in der Pharmazie verwertet werden.